#### 1 Исследования современных технологий беспроводных коммуникаций и аппаратных платформ для передачи информации с использованием широкого спектра частот и низкой мощности.

1.1 Выполнен поиск информации и проведены сравнительные исследования протоколов широкополосной радиосвязи с использованием низкой мощности.

В качестве базовых ориентиров для исследования выбраны энерго-эффективные сети радиосвязи дальнего (более 100м.) радиуса действия LPWAN. Технические решения, принятые стандартами сетей, обеспечивают оптимизацию энергопотребления, радиуса действия и помехоустойчивость. Проведен анализ сетей связи построенных на принципах сотовой связи: LTE-M; NB-IoT; EC-GSM-IoT, а так же сетей на основе стандартов LoRa; Symphony Link; Sigfox Ingenu (RPMA); Weightless; Nwave (Приложение 1).

Сделан вывод о том, что использование сетей связи на основе LTE-M для построения тактических радиолиний управления войсками используемых в боевых условиях неприемлемо. Наиболее предпочтительно использование стандарта LoRa как оптимального по скорости передачи, использованию спектра частот и доступности выбора аппаратных средств реализации радиолинии. Проведено исследование возможностей протокола LоRa для оптимальных режимов работы радиолинии (Приложение 1).

1.2. Проведен анализ систем сигналов по помехоустойчивости (Приложение 1.) и сделан вывод о возможности их применения в качестве основы для создания тактических радиосетей. Использовалась информация по радиосетям группы стандартов IEEE 802.15, а так же информация по видам модуляции FSK, GFSK, MSK, GMSK.

Анализ и обобщение информации показывает возможность применения технических решений группы стандартов IEEE 802.15, имеющих возможность использования методов модуляции основанных на FSK с различными кодовыми конструкциями для построения линий радиосвязи тактического звена. Применение модуляции FSK позволит организовать радиолинию удовлетворяющую минимальным требованиям к передаче информации со скоростью не менее 2600 бит/с для кодированной речи.

1.3. Проведен сравнительный анализ доступных аппаратных платформ для реализации радиолинии передачи информации с использованием широкого спектра частот и низкой мощности. Рассмотрены БИС для беспроводных приемопередающих систем, доступные на рынке полупроводниковых приборов, которые производят фирмы «Analog Device», «Granansen AS», «Honeywell Infineon Technologies AG», «Inova», «Maxim», «Microchip», «NEC Electronics», «RF Monolithics Inc.», «Semtech», «STMicroelectronics», «Texas Instruments», «Xemics» (Приложение 1).

Сделан вывод о том, что наиболее перспективные БИС, построенные с использованием гибридных технологий и имеющие в своем составе модем, это микросхемы – приемопередатчики компании «Semtech» и их аналоги. Эти БИС имеют большую базу данных программного обеспечения с открытым кодом для разработки приложений. Диапазон рабочих частот включает применяемые для построения радиолиний тактического звена 137 – 175 МГц, 410 – 525 МГц, 862 – 1020 МГц. Имеется возможность выбора видов модуляции и кодовых конструкций. Используются стандартные виды интерфейсов.

Альтернативным решением может быть использование БИС фирмы «Analog Device», однако они используют безлицензионные частоты в узком диапазоне ISM и имеют меньшую чувствительность приемной части при использовании модуляции FSK. Кроме того, выходная мощность передающей части требует использования дополнительных усилительных структур для удовлетворения энергетических потребностей радиолинии.

1.4 Для подтверждения полученных в ходе исследования результатов необходимо провести макетирование радиолинии с использованием необходимых наборов БИС, средств кодирования речи (вокодеров) и преобразования данных.